

Impacto de la Bioeconomía a través de un modelo multisectorial aplicado a la Comunidad de Madrid.

Medina, Ana; Cámara, Ángeles; Monrobel, José Ramón

Universidad Rey Juan Carlos de Madrid

Paseo de los Artilleros s/n, 28032, Vicálvaro, Madrid

E-mail: ana.medina@urjc.es, angeles.camara@urjc.es, joseamon.monrobel@urjc.es

Resumen (español)

El principal objetivo de este trabajo de investigación consiste en analizar el impacto de la implantación de la Bioeconomía en el entramado económico y social de la Comunidad de Madrid. Planteamos una evolución de su modelo económico a través del fomento de la inversión en investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación (en adelante I+D+i).

Para analizar el impacto de un shock de inversión en I+D+i en el entramado económico y social de la Comunidad de Madrid partiremos de un equilibrio macroeconómico inicial, para lo que hemos elaborado la Matriz de Contabilidad Social correspondiente al año 2005. Una evolución del modelo de crecimiento económico implicará por tanto efectos que se traducirán en unos nuevos niveles de equilibrio reflejados a través de variables agregadas tales como la producción, el consumo o el empleo. En definitiva, la estructura económica y social de la Comunidad de Madrid se verá afectada.

Este análisis se realizará mediante el estudio de la estructura económica de la Comunidad de Madrid formalizado a través de un modelo multisectorial: el Modelo de Equilibrio General Lineal. Esta aplicación permite el cálculo de multiplicadores lineales utilizando el armazón estadístico representado por la Matriz de Contabilidad Social de la Comunidad de Madrid del año 2005.

La modelización matemática permite cuantificar el impacto de la transformación de la estructura productiva hacia un modelo de crecimiento económico basado en la inversión en I+D+i sobre la economía de la Comunidad de Madrid, realizado a través de la simulación de impactos con relación al nivel del shock de inversión en cada uno de los sectores implicados.

Palabras clave: Análisis Input-Output, Matrices de Contabilidad Social, Modelos Multisectoriales, Innovación, Bioeconomía, Comunidad de Madrid.

Área temática: 3_Matrices de Contabilidad Social.

Abstract (english)

The main objective of this research paper is to analyze the impact of the implementation of the Bioeconomy in the economic and social framework of the Community of Madrid. We propose an evolution of its economic and social model through the promotion of investment in scientific research, technological development and innovation (the R&D+i).

In order to analyze the impact of a shock of R&D+i in the economic and social framework of the Community of Madrid we part from an initial macroeconomic equilibrium, for which we have developed the Social Accounting Matrix of the year 2005. An evolution of the economic growth model therefore implies effects that would be translated into new activity levels reflected through aggregate variables such as production, consumption and employment. In short, the economic and social structure of the Community of Madrid will be affected.

This analysis is performed through the study of the economic structure of the Community of Madrid formalized by a multisectoral model: the Linear General Equilibrium Model. Such an application allows the calculation of the linear multipliers using the statistical framework represented by the Social Accounting Matrix of the Community of Madrid for the year 2005.

The mathematical modeling allows to quantify the impact of the transformation of the productive structure towards a model of economic growth based on investment in R&D+i on the economy of the Community of Madrid, carried out through the simulation of impacts relative to shock level of investment in each of the sectors involved.

Keywords: Input-Output Analysis, Social Accounting Matrix, Multisectoral Model, Innovation, Bioeconomy, Community of Madrid.

Topic: 3_Social Accounting Matrices.

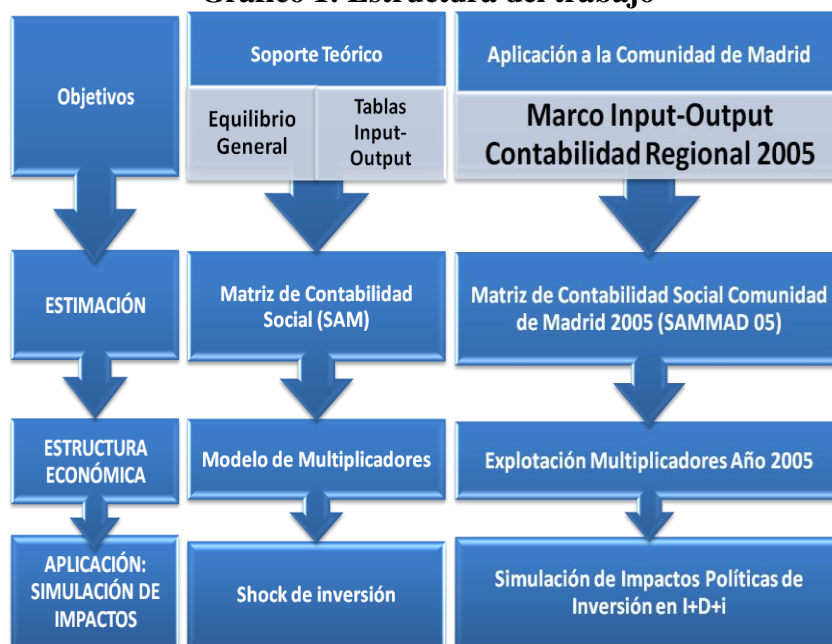
1. Introducción

Uno de los elementos clave de la estrategia de Lisboa es el objetivo de aumentar el gasto en I+D hasta el 3% del PIB en los países miembros de la Unión Europea en el año 2010.

Este objetivo tiene sentido dada la relación entre la inversión en I+D y el crecimiento de la productividad y de la competitividad en un entorno global. Asimismo cobra especial relevancia la innovación como resultado de los esfuerzos en I+D y se presenta como un elemento crítico de las economías desarrolladas.

En el presente trabajo se combinan teorías y conceptos que pertenecen al ámbito de la ciencia económica con aportaciones del campo de la biología. Nos referimos por ello al término Bioeconomía con el fin de cuantificar en qué medida un impulso de la inversión en I+D+i, en sectores relacionados con el desarrollo de la misma, afectaría de forma transversal las ramas de actividad implicadas en la economía madrileña. Abordamos este trabajo desde una perspectiva macroeconómica cuantificando este impacto mediante un modelo matemático lineal. Para desarrollar tal aplicación detallamos a continuación la estructura del trabajo.

Gráfico 1: Estructura del trabajo



Fuente: Elaboración propia

Los objetivos genéricos de estimación de la Matriz de Contabilidad Social del año 2005, adaptada al análisis de la inversión en I+D+i, y el consiguiente análisis de su estructura junto con la aplicación empírica de simulación de impactos, se consiguen con el soporte teórico de las Teorías de Equilibrio General, los datos proporcionados por el marco input-output y la contabilidad regional del ámbito de aplicación concreto de la Comunidad de Madrid.

2. Marco teórico, metodológico y conceptual

Esta investigación se encuadra en el ámbito de la disciplina económica y los conceptos y metodología aplicados tienen sus raíces en la Teoría del Equilibrio General, la Teoría de la Optimización Matemática, las Teorías del Crecimiento y Desarrollo Económico pero además integra planteamientos de la esfera conceptual tanto de la Innovación como de la Bioeconomía.

El importante papel que juega la innovación tecnológica en el crecimiento económico y la competitividad (Solow, 1956; Porter, 1990) se complementa con las aportaciones de otras disciplinas como la biología. De esta combinación de ramas de estudio surge el fenómeno de la Bioeconomía. Este enfoque combinado tiene tintes de economía ecológica, sin embargo no desarrollamos en este trabajo un análisis de impactos ambientales sino un análisis suponiendo que la actividad económica se desarrolle en un contexto donde la I+D+i tenga un mayor peso relativo y así traslade sus efectos al conjunto de ramas de actividad de la economía.

2.1. El análisis Input-Output en el estudio de la Bioeconomía

El análisis Input-Output nos proporciona el marco teórico y metodológico para la elaboración de la matriz de contabilidad social de la Comunidad de Madrid del año 2005. La estructura económica recogida en esta base de datos, en adelante SAMMAD05¹, nos permitirá modelizar el impacto de un cambio en su entramado económico y social sobre el equilibrio de la región.

¹ Matriz de Contabilidad Social ó, en inglés, Social Accounting Matrix – SAM. Elaborada a partir del marco Input-Output de la Comunidad de Madrid publicado en el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid correspondiente al año 2005.

En este trabajo se propone cuantificar el impulso de la inversión en investigación científica, en desarrollo tecnológico y en innovación como medio para conseguir implantar un modelo de crecimiento basado en la Bioeconomía. Para simplificar, en adelante nos referiremos a un shock de inversión en I+D+i.

2.2. La Bioeconomía como disciplina emergente

El elemento inspirador de este nuevo modo de hacer evolucionar la economía ha sido el fenómeno de la Bioeconomía al que se refiere la OCDE² como la capacidad de la biología para aportar valor a una serie de procesos, productos y servicios propios de la economía. De este modo la Bioeconomía, desde un punto de vista socioeconómico, puede contribuir a la mejora de la salud humana, incrementar la productividad agrícola y los procesos industriales y potenciar la sostenibilidad ambiental.

El modo de conseguir el objetivo de implantar un modelo de crecimiento más evolucionado, de carácter transversal y respetuoso con el medio ambiente entendemos se ha de basar en el fomento de la inversión en I+D+i. A medida que expertos en la materia han puesto de manifiesto la limitación de los recursos naturales como inputs de un sistema global de intercambios, la I+D+i permite canalizar la transferencia de tecnología y conocimientos a los diferentes sectores y agentes operantes en una economía para hacer un uso más eficiente de los recursos.

La Bioeconomía es una disciplina emergente de alcance transversal, se trata de un término recogido en el trabajo de Georgescu-Roegen³, autor de *La Ley de la entropía y el proceso económico* (1971).

Por su parte, el informe Cotec sobre Tecnología e Innovación en España del año 2010 hace un amplio estudio sobre los diferentes escenarios a los que conduciría la implantación de la Bioeconomía y la define a través de sus tres elementos clave: el conocimiento biotecnológico, la biomasa renovable y la integración de aplicaciones⁴.

² <http://www.oecd.org/futures/bioeconomy/2030>

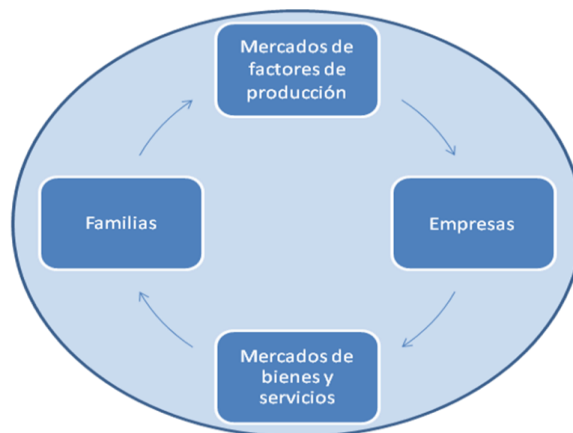
³ Georgescu-Roegen, (1904-1994). Cuyas obras en materia de Bioeconomía y Sostenibilidad abordan temas tales como la relación entre las leyes de la termodinámica, la energía y la economía.

⁴ COTEC (2010). Pág. 91.

Gráfico 2: Integración entre aplicaciones biotecnológicas

Fuente: «The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda». OCDE (2009)

Podemos observar a través de los dos siguientes gráficos cómo el primero de ellos refleja de un modo simple la economía como sistema cerrado, desde el punto de vista de los economistas clásicos, mientras que en el segundo aparecen como elementos clave para entender la Bioeconomía la interacción entre los agentes operantes en una economía clásica con el entorno en el que se desarrolla la actividad económica. Un impulso de la inversión en I+D+i reforzaría esta interacción, en el sentido de integrar la dimensión económica con el entorno en el que se desarrolla.

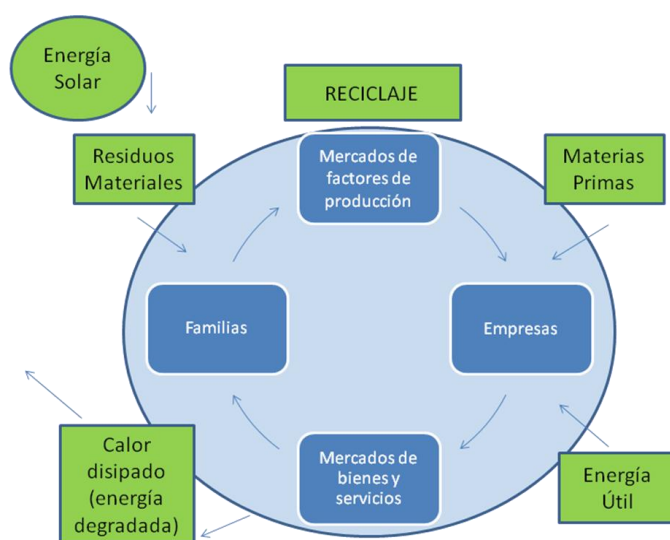
Gráfico 3: La economía como un sistema cerrado (economía clásica)

Fuente: Economía Ecológica y Política Medioambiental

Desde la perspectiva de la economía como sistema abierto, y con el fin último de incorporar esta visión integradora de la Bioeconomía pretendemos cuantificar el impacto de su implantación vía inversión en I+D+i. Los nuevos procesos y productos

han de incorporar una conciencia sobre la limitación de los recursos de los que disponemos, se ha de seguir investigando acerca del efecto contaminante de determinados procesos así como sobre las consecuencias sobre los organismos vivos incluyendo el ser humano aportando soluciones como el uso de energías alternativas y otras adaptadas a cada tipo de necesidad.

Gráfico 4: La economía como sistema abierto: la economía ecológica



Fuente: Economía Ecológica y Política Medioambiental

A la vista de lo expuesto hasta el momento, el grado de implantación de la Bioeconomía será el resultado de los proyectos de I+D+i que se lleven a cabo en el área de las ciencias de la vida, en el campo de la biotecnología y sus aplicaciones, en las oportunidades de mercado que surjan como consecuencia de los mismos y de la innovación en los marcos regulatorios y en los modelos de negocio.⁵

2.3. Alcance de la inversión en investigación, desarrollo e innovación

Solow (1956) comprobó empíricamente que el crecimiento en la renta per cápita a largo plazo se debía sobre todo al incremento en la productividad de los inputs, como parte del cambio tecnológico. Fue entonces cuando empezaron a cobrar importancia, en las explicaciones del crecimiento, aspectos tales como la incorporación de los avances tecnológicos, la formación y educación del factor trabajo. En este contexto cobran

⁵ COTEC (2010). Pág. 101.

relevancia los modelos de crecimiento endógeno de Romer (1990) y Grossman y Helpman (1991) que enfatizan el rol de la investigación y el desarrollo en la economía como parte del proceso de innovación, destacando la importancia de dicha actividad en la creación de nuevos conocimientos.

Con objeto de profundizar en la idea del desarrollo económico en la Comunidad de Madrid, desde una perspectiva económica, social y medioambiental se fotografía en cifras la economía de la Comunidad de Madrid y se cuantifica el alcance de un aumento en la inversión en I+D+i en su entramado global. Se introduce este impacto con el propósito de medir en términos de agregados macroeconómicos el paso hacia un modelo económico donde la innovación, conseguida a través de la investigación y el desarrollo, genere nuevos modos de trabajar y con ello un modelo de crecimiento económico evolucionado. Entendiendo así que la innovación puede ser un instrumento clave para generar valor.

En este nuevo modelo consideramos que el cambio económico va unido a un cambio social, de modo que la sociedad evolucione al tiempo que lo hace la economía. Si se invierte en investigación, el sector educativo y el ámbito científico se beneficiarán por un avance en sus habilidades y capacidades, por lo que cambio social y cambio económico van unidos.

2.4. Las estrategias de innovación en el contexto internacional

La Organización para la Cooperación para el Desarrollo Económico planteó en el informe “The OECD Innovation Strategy: Getting Start on Tomorrow”⁶ cinco líneas de actuación en materia de innovación para incidir sobre los múltiples factores económicos y sociales:

- Capacitar a las personas para innovar
- Liberar el potencial innovador
- Crear y aplicar el conocimiento
- Aplicar la innovación para hacer frente a los retos sociales y globales
- Perfeccionar la gobernanza y los indicadores de medida de las políticas de innovación.

⁶“Estrategia de Innovación de la OCDE: conseguir ventajas para el futuro”. Mayo 2010.

Estas líneas de acción propuestas por la OCDE, junto con los retos genéricos de conseguir un crecimiento más fuerte, menos contaminante y más justo, ponen el énfasis en áreas de acción política que promueven la innovación más allá de la ciencia y la tecnología: las políticas de educación y formación adaptadas a las necesidades de la sociedad actual, una mayor atención a la creación y desarrollo de nuevas empresas, así como la generación de nuevos empleos. Todo ello sin olvidar la introducción de mecanismos que promuevan la difusión y aplicación del conocimiento, la gobernanza para la cooperación internacional en ciencia y tecnología y los sistemas de medición para guiar la formulación de políticas.⁷

Asimismo, la Unión Europea en su *Estrategia 2020* propone tres objetivos prioritarios a desarrollar por cada país:

1. Crecimiento inteligente: crear valor basando el crecimiento en el conocimiento y la innovación. Reforzándose así las oportunidades y la cohesión social, aprovechando el potencial que encierran la educación, la investigación y la economía digital.
2. Crecimiento sostenible: crear una economía competitiva, conectada y respetuosa con el medio ambiente.
3. Crecimiento integrador: potenciar el papel de los ciudadanos en sociedades inclusivas.

Para conseguir estos objetivos se proponen iniciativas como la “Unión por la innovación” con el fin de redirigir la política de I+D+i hacia los retos a los que se enfrenta nuestra sociedad: cambio climático, energía y uso eficaz de los recursos, salud, evolución demográfica, etc.

La literatura existente sobre los sistemas de innovación nacionales y regionales nos ha servido para obtener una perspectiva desde la que abordar un concepto tan amplio. Buesa *et al* (2002) sostienen que los elementos integrantes de un sistema regional de innovación pueden clasificarse en tres grupos: los que participan directamente en la generación de conocimiento (universidades, organismos públicos de investigación y

⁷ Pág. 10. Estrategia Estatal de Innovación.

empresas con actividades de I+D), los que facilitan la distribución de la información (centros y parques tecnológicos, fundaciones universidad-empresa y las agencias de desarrollo regional) y, finalmente, los que facilitan recursos financieros para el desarrollo de proyectos de innovación (por ejemplo, entidades de capital-riesgo).

En el ámbito de estudio de la innovación y a nivel aplicado encontramos aportaciones como la de Dietzenbacher (2000), que distingue la innovación de procesos y de producto y elabora una medida de los efectos de la innovación a través del análisis de multiplicadores de Leontief para el caso de la matriz Europea del año 1991.

3. La inversión en I+D+i en la Comunidad de Madrid: el vehículo para implantar la Bioeconomía

En el contexto nacional la evolución de la inversión en I+D+i ha pasado de representar un 0,85% del PIB nacional en el año 1990 a representar un 1,13% en el año 2005 frente al 2% de la Unión Europea, sin embargo no podemos observar desde una misma perspectiva a todas las regiones que componen el mapa español. Uno de los rasgos que caracteriza al sistema de ciencia y tecnología español es la elevada concentración de la I+D en un conjunto limitado de regiones. Madrid, Cataluña, Andalucía, Valencia y el País Vasco realizan casi el 80% del gasto en I+D, mientras que en términos de PIB su aportación se sitúa en torno a los dos tercios del total nacional.

En concreto en la Comunidad de Madrid la Bioeconomía aparece estrechamente ligada a la economía del conocimiento y las relaciones entre ciencia, tecnología y tejido productivo. La estadística sobre inversión en los sectores de alta y media tecnología, cifras relativas a los recursos empleados en I+D (gastos en I+D sobre el PIB, participación en el gasto nacional en I+D, personal dedicado a I+D, inversión por empleado, número de investigadores) así como los resultados obtenidos (publicaciones, patentes) muestran que Madrid se coloca a la cabeza de España. De forma que el dato de referencia para el presente estudio sitúa el esfuerzo conjunto en actividades de I+D+i en la región en torno a una cifra de gasto del 1,8% de su Producto Interior Bruto.

El sistema regional de I+D de la Comunidad de Madrid se caracteriza por disponer de gran número de instituciones de investigación dependientes de diversos organismos públicos como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Centro de

Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), más catorce universidades.

Esta importante concentración de recursos hace que la región madrileña tenga una gran responsabilidad en el funcionamiento de los sistemas de ciencia y tecnología e innovación españoles. Sin embargo, en los últimos años el dinamismo mostrado por el Sistema de I+D en la Comunidad de Madrid ha sido menor que el del conjunto del país, tanto en términos de gasto en I+D como en crecimiento de investigadores. En efecto, entre 1990 y 2004 el gasto en I+D del Sistema se multiplicó por 3,8 en términos reales, frente al 2,4 que se registró en Madrid. Con respecto al número de investigadores en el Sistema, en España las cifras se multiplicaron entre esos dos mismos años por 2,6, mientras que en la Comunidad de Madrid lo hicieron por 1,8. El menor incremento de recursos financieros y humanos en Madrid, ha reducido en un 30% la representación de esta Comunidad en el Sistema de Ciencia y tecnología del país⁸.

Para acotar su aplicación práctica planteamos que el modo de trasladar al entramado económico la aplicación de la Bioeconomía consiste en innovar en los siguientes ámbitos: biotecnología e industria farmacéutica; informática/redes/comunicaciones; modelización y análisis de datos; energía y transporte; sistemas de ingeniería; imágenes de alta velocidad; liderazgo e innovación educativa; sistemas de protección de salud; diseño mecánico e ingeniería; nanotecnología; cadenas de suministro y sistemas de logística; marketing; diseño de sistemas e ingeniería; organización empresarial.

En definitiva, si observamos cada una de las actividades mencionadas y nos circunscribimos al ámbito de aplicación de la Comunidad de Madrid y a tenor de los datos disponibles, se ha optado por seleccionar como receptoras de la inversión en I+D+i las siguientes ramas de actividad: material electrónico, máquinas oficina y precisión, productos farmacéuticos, comunicaciones, educación y otros servicios.

⁸ Análisis de la inversión en Ciencia y Tecnología, de la Administración General del Estado, en la Comunidad de Madrid. Consejería de Educación. Comunidad de Madrid. www.madrid.org.

Para poder establecer una regla de reparto del shock de inversión que simulamos a través del modelo lineal en materia de I+D+i en la Comunidad de Madrid, hemos recurrido a la estadística proporcionada por el Instituto de Estadística madrileño.

Una vez seleccionados los sectores en los que impulsar la I+D+i antes citados y con la información disponible sobre “Gastos en I+D por ramas de actividad según nivel de empleo” y “Gastos en Innovación por ramas de actividad según nivel de empleo” en la Comunidad de Madrid la asignación ha sido la siguiente:

Tabla 1: Asignación por ramas de actividad del shock de inversión en I+D+i

SECTORES SELECCIONADOS	ASIGNACIÓN DEL SHOCK DE INVERSIÓN EN I+D+i
Material eléctrico	13,17%
Material electrónico	13,17%
Máquinas oficina y precisión	1,01%
Productos farmacéuticos	25,12%
Comunicaciones	44,87%
Educación	1,22%
Otros servicios	1,44%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la Comunidad de Madrid destaca la participación que tienen en el Programa Marco los organismos de investigación y las empresas; lo cual está relacionado, por un lado, con la centralización en esta comunidad de buena parte de los organismos públicos de investigación y, por otra, con una mayor presencia relativa de los sectores industriales intensivos en I+D, de los servicios de alta tecnología y de las grandes empresas.⁹

Debemos tener como referencia el marco reglamentario en el que se desenvuelven las políticas en la materia que nos ocupa, por lo que mencionamos el IV Plan Regional de Inversión en Ciencia y Tecnología (IV PRICIT), que ha comprendido el periodo 2008-2011. Según información proporcionada por la Dirección General de Universidades e Investigación de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid no existe un V

⁹ Torrejón Velardiez, M. Política Tecnológica y Agentes del Sistema Regional de Innovación. Impacto del V PM de I+D de la UE en las Regiones Españolas. Pág. 117.

PRICIT que de continuidad al anterior, en su lugar existen un conjunto de ayudas y estímulos a la innovación tecnológica en la Comunidad de Madrid, incentivando las acciones de investigación y desarrollo, a la comunidad científica y a determinados sectores empresariales.

4. La SAM de la Comunidad de Madrid para el año 2005

El enfoque macroeconómico que caracteriza el modelo aplicado en el presente trabajo posee un gran poder integrador al ayudarnos a comprender cómo se agregan los distintos bienes y mercados en el caso concreto de la Comunidad de Madrid para el año 2005.

Para comprender el funcionamiento de esta economía recurrimos al esquema del flujo circular de la renta, representado a través del siguiente gráfico, pues este es el sistema en el que se generan las transacciones que aparecen recogidas en la Contabilidad Regional.

Gráfico 5: Esquema del flujo circular de la renta



Fuente: Elaboración propia

Teniendo presente este esquema para comprender tanto los flujos reales, de bienes y servicios, como los flujos monetarios, pasamos a continuación a desarrollar nuestro estudio aplicado a la Comunidad de Madrid para el año 2005.

La información estadística publicada por el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid nos proporciona los datos numéricos para la elaboración de la SAMMAD05. Las interrelaciones sectoriales, valoradas en flujos de dinero, se ponen de manifiesto a través del análisis input-output, que fue desarrollado por Leontief en la década de 1930.

El modelo input-output intenta explicar la interdependencia entre n sectores de una economía utilizando para ello la denominada matriz input-output o matriz de intercambio sectorial. La formulación del modelo input-output de Leontief tiene como fin reflejar la estructura productiva de un país o región a través de un sencillo sistema de ecuaciones lineales. El análisis input-output permite desagregar la economía en diferentes sectores y contabilizar los flujos monetarios entre dichos sectores referidos a un año en concreto, definiendo la relación entre la demanda final y la producción.

La información sintetizada en el Marco Input-Output junto con otros datos recogidos en la contabilidad regional permite completar los flujos monetarios y cerrar el esquema abierto de las tablas input-output.

De este modo surge la Matriz de Contabilidad Social o SAM como base de datos ampliada de las relaciones que contienen las tablas input-output y el modelo abierto de Leontief, incorporando los flujos entre el valor añadido y la demanda final, tal y como queda recogido en la IV Submatriz de cierre del siguiente Gráfico.

Gráfico 6: Esquema de una SAM



Fuente: Elaboración propia

Una Matriz de Contabilidad Social es una tabla de doble entrada, con igual número de filas que de columnas, que recoge en su interior todas las transacciones que se producen en una determinada economía y en un período de tiempo (generalmente un año). Los sectores que forman la SAM se clasifican de modo genérico en Actividades Productivas, Factores Productivos, Sectores Institucionales (consumo y distribución de la renta), Capital (ahorro/inversión) y Sector Exterior.

Para su construcción, el primer paso es la elaboración de una matriz agregada que posteriormente se puede desagregar para construir así matrices más detalladas en función del objetivo que se quiera alcanzar.

Gráfico 7: Grupos de cuentas implicadas en una SAM

	PRODUCCIÓN	EXPLOTACIÓN	SECTORES INSTITUCIONALES	CAPITAL	SECTOR EXTERIOR
PRODUCCIÓN	Consumos Intermedios		Consumo de los Sectores	Formación Bruta de Capital	Exportaciones
EXPLOTACIÓN	Pagos de Valor Añadido a los factores e Impuestos sobre productos		Impuestos sobre consumo	Impostos. bienes de capital	Remuneración de asalariados del RDM e Impuestos sobre productos
SECTORES INSTITUCIONALES		Asignación del ingreso factores a los Sectores Institucionales	Transfers Sectores Institucional		Transferencias del Resto del Mundo
CAPITAL			Ahorro de los Sectores		Ahorro exterior
SECTOR EXTERIOR	Importaciones	Remuneración de asalariados al RDM	Transfers al Resto del Mundo		

Fuente: Elaboración Propia

La SAM de la Comunidad de Madrid elaborada para el año 2005 contiene un total de 45 cuentas que detallamos en la siguiente tabla:

Tabla 2: Cuentas de la SAM de la Comunidad de Madrid desagregada

Número de Cuenta	Ramas de Actividad y Sectores	Número de Cuenta	Ramas de Actividad y Sectores
1	Agricultura y ganadería		Ajuste de interior a regional
2	Energía y minería	32	Consumo interior de no residentes
3	Industrias extractivas	33	Consumo exterior de residentes
4	Productos metálicos		Explotación
5	Maquinaria industrial	34	Sueldos y salarios
6	Material eléctrico	35	Cotizaciones sociales
7	Material electrónico	36	Impuestos netos sobre productos
8	Máquinas oficina y precisión	37	Impuestos netos sobre producción
9	Material de transporte	38	Excedente Bruto de la explotación/Renta mixta
10	Alimentación		Sectores Institucionales
11	Textil, confección y calzado	39	Hogares
12	Papel y gráficas	40	Sociedades
13	Productos farmacéuticos	41	Instituciones Financieras
14	Industria química	42	ISFLSH
15	Industria no metálica	43	Administraciones Públicas
16	Otras manufactureras		Acumulación
17	Construcción	44	Capital (Ahorro / Inversión)
18	Comercio mayorista		Sector Exterior
19	Comercio menor y reparación	45	Sector Exterior
20	Hostelería		
21	Transportes		
22	Comunicaciones		
23	Inmobiliarias y alquileres		
24	Servicios a empresas		
25	Educación		
26	Sanidad		
27	Servicios recreativos		
28	Servicios personales		
29	Servicios financieros		
30	Otros servicios		
31	Administración Pública		

Fuente: Elaboración Propia

En el apéndice del trabajo presentamos una versión agregada de la SAMMAD05 en la que las actividades productivas aparecen en seis grandes ramas: Sector Primario, Energía y Minería, Sector Industrial, Construcción, Comercio, Servicios no financieros y Administración Pública.

Con los datos disponibles procedentes de la Contabilidad Regional y con ánimo de obtener la dimensión económica de la Comunidad de Madrid observamos en la

siguiente tabla su Producto Interior Bruto a precios de adquisición, calculado vía gasto y vía renta para el año 2005.

Tabla 3: Cálculo de PIB de la Comunidad de Madrid para el año 2005

PIB vía gasto (miles de euros)		PIB vía renta (miles de euros)	
Consumo Final Hogares	82.785.951	Rem. de asalariados	89.621.215
Consumo Final AAPP + ISFLSH	26.675.947	EBE / Renta Mixta	58.406.676
FBC (FBCF + VE)	46.774.615	Impuestos netos sobre la producción	4.643.271
Exportaciones	115.601.553	Impuestos netos sobre la producción	259.631
Menos Importaciones	118.907.274		
TOTAL	152.930.793	TOTAL	152.930.793

Fuente: Elaboración Propia

5. La Bioeconomía en el modelo SAM de multiplicadores lineales

Para el estudio de las interdependencias entre las distintas cuentas que componen la SAMMAD05 se construyen las matrices de multiplicadores lineales. Este procedimiento es una extensión de la metodología input-output. Los multiplicadores lineales de una SAM, al igual que los multiplicadores input-output, estiman los efectos que producen cambios en las variables exógenas sobre las endógenas.

Para realizar nuestro análisis el primer paso consiste en distinguir las cuentas endógenas de las exógenas. Se considerarán cuentas endógenas aquellas cuyo nivel de renta o producción se desea analizar y serán los cambios sobre las cuentas exógenas los que incidirán sobre los valores de las magnitudes de las cuentas endógenas. La decisión siempre depende de los aspectos que se vayan a estudiar en la investigación. Se suelen establecer como cuentas exógenas aquellas que se determinan fuera del sistema económico o que constituyen instrumentos de política económica. De este modo, en el modelo desarrollado se consideran seis cuentas exógenas: la cuenta de Ahorro/Inversión, la cuenta de Administraciones Públicas, las dos cuentas de impuestos, las cotizaciones sociales y la cuenta del Sector Exterior. El resto de cuentas (39) son endógenas. A continuación aparece la clasificación de las cuentas de la SAM separadas en endógenas y exógenas.

Tabla 4. Clasificación de las cuentas de la SAM-MAD-2005

CUENTAS ENDÓGENAS		CUENTAS EXÓGENAS	
1 a 31	Ramas de Actividad	40	Capital (Ahorro / Inversión)
32	Consumo interior de no residentes	41	Cotizaciones sociales
33	Consumo exterior de residentes	42	Impuestos netos sobre productos
34	Sueldos y salarios	43	Impuestos netos sobre producción
35	EBE/Renta mixta	44	Administraciones Públicas
36	Hogares	45	Resto del mundo
37	Sociedades		
38	Instituciones Financieras		
39	ISFLSH		

Fuente: Elaboración Propia

Describimos a continuación brevemente la metodología utilizada para la evaluación del impacto de la inversión en I+D+i en la Comunidad de Madrid.

Los modelos de multiplicadores son modelos multisectoriales de corte lineal, en los que las variables consideradas endógenas se expresan como función lineal de las exógenas. De este modo los ingresos totales (o los gastos totales) de una cuenta endógena se pueden expresar como suma de las transacciones entre cuentas endógenas más las transacciones de éstas con las exógenas.¹⁰

Obtenemos así la siguiente ecuación matricial:

$$Y = A \cdot Y + X$$

Llamando:

X a la matriz de orden $m \times 1$ (siendo m el número de cuentas endógenas) que contiene las inyecciones de las cuentas exógenas a las cuentas endógenas,

Y a la matriz de orden $m \times 1$ formada por los ingresos totales de las cuentas endógenas,

A a la matriz de orden $m \times m$ de propensiones medias al gasto de las cuentas endógenas.

Despejando Y en la ecuación anterior:

$$Y = (I - A)^{-1} \cdot X = M \cdot X$$

Siendo,

M la matriz de multiplicadores lineales, en la que cada elemento m_{ij} muestra el cambio de renta en la cuenta endógena i si la cuenta j recibe una unidad monetaria adicional de renta desde las cuentas exógenas. Es decir, la matriz M indica en qué medida una inyección exógena en el sistema (representada por un cambio en al menos un elemento de X) afecta al ingreso total de las cuentas endógenas.

5.1. Identificación de los sectores I+D+i en la Comunidad de Madrid

Con el fin de dotar al presente trabajo del contenido empírico apropiado para el estudio del fenómeno de la Bioeconomía en la Comunidad de Madrid, hemos recurrido a fuentes estadísticas como el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid que recoge en sus cuentas económicas datos sobre el gasto en I+D por ramas de actividad según nivel de empleo y sobre el gasto en innovación por ramas de actividad según nivel de empleo.

Con el objetivo de definir el término Bioeconomía y acotarlo para poder llevar a cabo la modelización económica que nos ocupa en el presente trabajo, hemos clasificado los ámbitos que involucra para poder desarrollar la aplicación del modelo que refleje el fomento de la Bioeconomía en la Comunidad de Madrid.

El entramado económico y social de la Comunidad queda representado a través de la matriz de contabilidad social elaborada para el año 2005. Dicha matriz se elaboró con los datos disponibles y quedó sintetizado en 27 sectores productivos en una primera aproximación al fenómeno. Los datos utilizados provienen de la contabilidad regional y son los relativos al año 2005, entendemos que la estructura económica de la región recogida en esta SAM tiene la suficiente permanencia en el tiempo como para ser representativa y poder realizar la simulación del impacto que nos ocupa en el presente trabajo.

Posteriormente, tras analizar en profundidad el fenómeno y llevar a cabo un análisis más detallado de los sectores involucrados en el término Bioeconomía detectamos los que, para este estudio, serían los sectores susceptibles de canalizar la inversión en I+D+i.

¹⁰ Un desarrollo detallado de estos modelos puede consultarse en Cámara (2008).

Para conseguir una mejor adecuación de la base de datos al objeto del estudio se ha optado por elaborar una matriz de contabilidad social más desagregada, con un desglose de 31 ramas productivas, entre las que poder observar aquellas estrechamente relacionadas con la I+D+i.

Por lo que finalmente, hemos considerado como perceptoras del shock de inversión en nuestro ejercicio de simulación a través del modelo lineal las siguientes ramas de actividad:

Tabla 5: Sectores I+D+i

CORRESPONDENCIA CON LAS CUENTAS DE LA SAMMAD05	SELECCIÓN DE RAMAS SUSCEPTIBLES DE CANALIZAR LA INVERSIÓN EN I+D+i
6	Material eléctrico
7	Material electrónico
8	Máquinas oficina y precisión
13	Productos farmacéuticos
22	Comunicaciones
25	Educación
30	Otros servicios

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Simulación del shock de inversión en I+D+i

El ejercicio que realizamos consiste en simular un shock de inversión en I+D+i del 1,2% del PIB madrileño para conseguir incrementar el 1,8% del PIB correspondiente al año 2005¹¹ hasta el 3%, en línea con los objetivos de política comunitaria analizados.

Siguiendo la construcción del modelo de multiplicadores lineales en el que el vector Y que contiene los outputs totales de las cuentas endógenas es el producto de la matriz de multiplicadores lineales M y el vector X que contiene las inyecciones totales de renta que cada cuenta endógena recibe del conjunto de las exógenas, siguiendo la expresión:

$$Y = M \cdot X$$

¹¹ Según datos del Instituto Nacional de Estadística.

Cualquier variación en los ingresos procedentes de las cuentas exógenas (en este caso los respectivos porcentajes del PIB asignados a cada sector seleccionado), se verá reflejado en una variación del vector Y del siguiente modo:

$$\Delta Y = M \cdot \Delta X$$

En la aplicación el nuevo vector ΔX se obtiene sumando al vector X todas las inyecciones de renta que reciben las ramas de actividad seleccionadas procedentes de la simulación del incremento del 1,2% del PIB. A continuación se calcula el correspondiente ΔY que contiene los outputs totales de las cuentas endógenas en un escenario con un total de gasto en I+D+i del 3%. Estos outputs serán los que se comparen posteriormente con los outputs totales sin inyectar tal inversión.

Tabla 6: Variación del output total de las cuentas endógenas al inyectar un 1,2% del PIB en sectores ligados a la Bioeconomía

Cuentas endógenas	X	?X	Y	?Y	Variación porcentual
13. Productos farmacéuticos	2.355.604,32	460.999,32	5.962.820,79	555.179,46	10,27%
6. Material eléctrico	1.201.756,70	241.605,78	5.612.305,81	306.666,05	5,78%
7. Material electrónico	1.534.281,89	241.605,78	8.155.846,66	322.860,06	4,12%
22. Comunicaciones	14.556.715,61	823.486,15	29.066.928,21	1.032.748,58	3,68%
8. Máquinas oficina y precisión	1.179.774,20	18.587,75	6.888.606,03	73.710,34	1,08%
30. Otros servicios	118.589,04	26.431,84	6.009.255,23	54.624,94	0,92%
14. Industria química	1.292.713,29	0,00	7.721.273,72	68.087,70	0,89%
38. Excedente Bruto de la explotación/Renta mixta	0,00	0,00	58.873.687,31	467.010,87	0,80%
40. Sociedades	1.591.698,18	0,00	31.267.102,53	214.219,20	0,69%
2. Energía y minería	1.081.057,40	0,00	10.455.969,45	65.892,90	0,63%
11. Textil, confección y calzado	567.388,76	0,00	4.153.397,42	23.294,47	0,56%
34. Sueldos y salarios	0,00	0,00	70.336.674,01	374.617,50	0,54%
20. Hostelería	141,42	0,00	8.461.769,69	44.592,52	0,53%
25. Educación	4.843.658,11	22.452,88	8.303.220,43	43.252,86	0,52%
41. Instituciones Financieras	5.262.291,51	0,00	39.400.636,05	195.587,02	0,50%
33. Consumo exterior de residentes	0,00	0,00	5.114.135,37	25.116,49	0,49%
39. Hogares	22.201.077,78	0,00	156.873.641,37	770.436,37	0,49%
16. Otras manufactureras	2.633.053,24	0,00	9.234.128,42	43.941,44	0,48%
42. ISFLSH	430.670,37	0,00	3.647.942,02	17.358,31	0,48%
1. Agricultura y ganadería	79.318,73	0,00	4.780.811,81	22.461,71	0,47%
24. Servicios a empresas	30.152.009,94	0,00	57.198.986,14	250.805,48	0,44%
19. Comercio menor y reparación	2.217.177,95	0,00	16.888.734,59	72.061,65	0,43%
3. Industrias extractivas	826.408,92	0,00	3.176.476,37	13.318,08	0,42%
27. Servicios recreativos	2.919.587,63	0,00	16.206.399,53	65.306,51	0,40%
5. Maquinaria industrial	3.569.485,11	0,00	7.579.436,31	30.318,94	0,40%
12. Papel y gráficas	3.284.062,13	0,00	11.180.881,97	43.883,22	0,39%
10. Alimentación	2.009.054,72	0,00	11.596.447,61	45.089,44	0,39%
23. Inmobiliarias y alquileres	11.293.311,66	0,00	34.492.760,30	119.742,04	0,35%
29. Servicios financieros	8.079.109,35	0,00	22.384.205,99	74.502,30	0,33%
28. Servicios personales	288.805,63	0,00	1.381.192,00	4.552,32	0,33%
21. Transportes	11.278.442,05	0,00	25.419.573,95	76.800,12	0,30%
15. Industria no metálica	1.246.280,45	0,00	9.911.759,01	29.709,81	0,30%
26. Sanidad	4.925.408,00	0,00	9.462.566,73	20.117,64	0,21%
4. Productos metálicos	4.398.602,80	0,00	10.354.868,32	21.637,76	0,21%
9. Material de transporte	11.364.244,57	0,00	22.413.916,38	40.347,40	0,18%
18. Comercio mayorista	17.321.225,47	0,00	21.949.598,68	24.451,87	0,11%
17. Construcción	27.364.355,13	0,00	35.427.767,24	28.843,50	0,08%
31. Administración Pública	10.808.153,16	0,00	10.808.153,16	0,00	0,00%
32. Consumo interior de no residentes	5.512.133,51	0,00	5.512.133,51	0,00	0,00%

Fuente: Elaboración Propia

Si observamos las variaciones porcentuales en los outputs totales tras el shock de inversión en los sectores seleccionados, los mayores efectos se asocian a las ramas que han recibido la inyección. Esto se debe a los efectos directos del multiplicador del modelo lineal.

Pero observando más detenidamente los aumentos de output que han experimentado las ramas de actividad receptoras del shock de inversión comprobamos que los aumentos no son lineales respecto a la cantidad recibida. En concreto, el sector que más inversión recibe (Comunicaciones) ve aumentado su output en un 3,68% por ciento, porcentaje menor al aumento que experimentan los siguientes sectores que han recibido menos inversión: Productos farmacéuticos con un aumento del 10,27%, Material eléctrico con un aumento del 5,78% y Material electrónico con un 4,12%. Estos datos nos muestran que ha habido sectores mucho más eficientes que otros a la hora de rentabilizar las ayudas recibidas.

También cabe destacar que la rama Máquinas de oficina y precisión, siendo la rama que menos inversión ha recibido, ha experimentado un aumento en su output (1,08%) superior al de otras ramas en las que se ha realizado una inversión mayor. En concreto, Otros servicios con un aumento del 0,92% y Educación con un aumento del 0,52%.

Por otro lado, los efectos indirectos e inducidos del multiplicador se observan sobre los sectores que no son receptores directos en una cuantía menor pero destacable, para resaltar el efecto que una inyección de inversión en I+D+i sólo en determinados sectores tendría de modo transversal sobre el resto de ramas de actividad de la economía madrileña.

En concreto, observamos que las ramas no receptoras que se han visto más beneficiadas por el shock exógeno de inversión han sido Industria química (0,89%), Energía y minería (0,63%), Textil (0,56%) y Hostelería (0,53%). Todas ellas con aumentos de output superiores al aumento que ha experimentado la rama receptora Educación, creemos que debido a las características especiales de este sector con pocas transferencias al resto del sector productivo. Otras ramas que destacan por aumentos de output superiores al resto son Otras manufacturas (0,48%), Agricultura y ganadería

(0,47%), Servicios a empresas (0,44%), Comercio minorista y reparación (0,43%) y Servicios recreativos (0,40%).

Queremos destacar que las ramas no receptoras más beneficiadas por las inversiones (Química y Energía) no pertenecen al sector servicios, sector que en las últimas décadas ha estado a la cabeza de la economía madrileña. Consideremos este aspecto positivo por lo que supone de cambio de tendencia en una economía muy terciarizada. Por último, los sectores que menos se han beneficiada de la inversión en I+D+i han sido Construcción (0,08%), Comercio mayorista (0,11%), Material de transporte (0,18%) y Sanidad y Productos metálicos con un 0,21%.

5.3. Multiplicadores de empleo

Para completar el análisis de multiplicadores presentado hasta el momento, es interesante el cálculo de los multiplicadores de empleo, ya que esta variable resulta ser un objetivo prioritario en materia de política económica.

Siguiendo la metodología utilizada por De Miguel (2003), con el fin de conocer en qué medida las cuentas seleccionadas como cuentas de inversión en I+D+i podrían provocar efectos sobre el nivel de empleo aplicaremos la siguiente formulación:

$$Me = E \cdot M_{Rj}$$

Donde E es una matriz diagonal con los ratios de volumen de empleo sobre los recursos totales de las diferentes ramas (31) y M_{Rj} es una submatriz de M de orden $(m \times m)$ cuentas endógenas) que recoge las filas relativas a las ramas de actividad. Me es la matriz de multiplicadores de empleo y un elemento genérico de esta matriz recoge los empleos de la rama i si se produce una inyección exógena unitaria sobre la cuenta endógena j .

Tabla 7: Multiplicadores de empleo normalizados de la economía de la Comunidad de Madrid para el año 2005

	EFFECTOS DIFUSIÓN		EFFECTOS ABSORCIÓN
24. Servicios a empresas	3,421	24. Servicios a empresas	4,349
23. Inmobiliarias y alquileres	2,223	19. Comercio menor y reparación	3,728
17. Construcción	2,062	29. Servicios financieros	2,662
21. Transportes	1,847	27. Servicios recreativos	2,066
18. Comercio mayorista	1,812	21. Transportes	1,908
22. Comunicaciones	1,751	30. Otros servicios	1,871
27. Servicios recreativos	1,073	20. Hostelería	1,795
29. Servicios financieros	0,946	26. Sanidad	1,431
19. Comercio menor y reparación	0,875	25. Educación	1,429
26. Sanidad	0,635	17. Construcción	1,393
12. Papel y gráficas	0,587	23. Inmobiliarias y alquileres	1,164
20. Hostelería	0,544	18. Comercio mayorista	0,934
25. Educación	0,403	22. Comunicaciones	0,859
31. Administración Pública	0,380	12. Papel y gráficas	0,754
16. Otras manufactureras	0,340	2. Energía y minería	0,740
2. Energía y minería	0,310	10. Alimentación	0,503
10. Alimentación	0,310	16. Otras manufactureras	0,478
30. Otros servicios	0,291	4. Productos metálicos	0,303
9. Material de transporte	0,259	9. Material de transporte	0,292
4. Productos metálicos	0,230	15. Industria no metálica	0,289
15. Industria no metálica	0,228	11. Textil, confección y calzado	0,288
13. Productos farmacéuticos	0,217	7. Material electrónico	0,269
14. Industria química	0,212	5. Maquinaria industrial	0,257
5. Maquinaria industrial	0,169	14. Industria química	0,245
11. Textil, confección y calzado	0,150	8. Máquinas oficina y precisión	0,224
7. Material electrónico	0,121	28. Servicios personales	0,222
8. Máquinas oficina y precisión	0,111	13. Productos farmacéuticos	0,214
6. Material eléctrico	0,109	6. Material eléctrico	0,183
3. Industrias extractivas	0,075	1. Agricultura y ganadería	0,086
28. Servicios personales	0,063	3. Industrias extractivas	0,067
1. Agricultura y ganadería	0,024	31. Administración Pública	0,000

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados normalizados nos indican que las actividades con mayor capacidad de incrementar el empleo en el resto de la economía ante una inyección exógena unitaria (efectos difusión) serían: **Servicios a Empresas, Inmobiliarias y Alquileres y Construcción** seguidos de **Transportes, Comercio Mayorista y Comunicaciones**.

Los sectores que destacan por responder en mayor medida ante un shock exógeno (efectos absorción) en términos de empleo serían de nuevo **Servicios a empresas** en

primer lugar, seguido de **Comercio menor y reparación, Servicios Financieros y Servicios Recreativos, Transportes, Otros Servicios y Hostelería**. La gran mayoría de los citados aparecen clasificados dentro de la categoría de sectores clave detectados en un trabajo previo de los autores¹².

6. Conclusiones

En este trabajo se realiza una aproximación al fenómeno de la Bioeconomía en la Comunidad de Madrid. La I+D en determinados sectores que conduzcan a la implantación de la Bioeconomía supone una fuente para la innovación y su evolución futura. Se ha elaborado el ejercicio de detección de los sectores estrechamente ligados a la canalización de un shock de inversión en I+D+i, seleccionando en el presente trabajo los sectores: material electrónico, máquinas oficina y precisión, productos farmacéuticos, comunicaciones, educación y otros servicios.

La importancia de la I+D+i en el diseño de políticas que persigan el crecimiento de la productividad y la competitividad a largo plazo en una economía se pone de manifiesto. El acento en la inversión en I+D+i está presente en todos los países de la Unión Europea entre los que España se sitúa en niveles del 1,13% del PIB nacional y en concreto la Comunidad de Madrid en cifras de entorno al 1,8% de su PIB, teniendo como referencia la media en la Unión Europea del 2%.

Hay una distancia significativa entre estas cifras y el objetivo planteado por la estrategia de Lisboa para el año 2010. Según los resultados mostrados por el modelo lineal elaborado, el efecto que tendría un shock de inversión en I+D+i es positivo tanto para los receptores directos como para el resto. En el caso de los seis sectores seleccionados como receptores directos experimentan, como es lógico, los mayores incrementos, pero los efectos se trasladan también a las ramas no receptoras y en algunos casos tales incrementos en el output final superan incluso los de alguna rama receptora directa.

Respecto a los multiplicadores de empleo analizados a través del modelo de multiplicadores de empleo concluimos una acusada presencia de los empleos ligados al sector servicios.

¹² El lector interesado en este estudio puede consultar: Cámara, A, Monrobel, J.R., Medina, A. (2010).

7. Bibliografía

Buesa, M. et al. (2002) Los sistemas regionales de innovación en España. Una tipología basada en indicadores económicos e institucionales, **Economía industrial**, nº 347, pp.15-32.

Cámara, A, Monrobel, J.R., Medina, A. (2010) Evolución de la estructura económica de la Comunidad de Madrid en el quinquenio 2000-2005. **XXXVI Reunión de Estudios Regionales, Badajoz – Elvas**.

Cámara, A. (2008) **Estimación de la Matriz de Contabilidad Social de la Comunidad de Madrid para el año 2000: Análisis del impacto de los Fondos Europeos 2000-2006 en la región aplicando la metodología de multiplicadores lineales**. Consejería de Economía. Comunidad de Madrid.

COTEC (2010) **Informe Cotec: Tecnología e Innovación en España, 2010**, Fundación COTEC, Madrid.

De Miguel, F. J., Manresa, A. y Ramajo, J. (1998) Matriz de contabilidad social y multiplicadores contables: una aplicación para Extremadura, **Estadística Española**, 40 (143), pp. 195-232.

De Miguel, F.J. (2003) **Matrices de contabilidad social y modelización de equilibrio general: una aplicación para la economía extremeña**. Universidad de Extremadura. Tesis Doctoral.

Dietzenbacher, E. (2000) Spillovers of Innovation Effects, **Journal of Policy Modeling**, 22(1): 27-42. Society for Policy Modeling. Elsevier Science Inc.

Estrategia estatal de innovación (2010-2015) (2010). Secretaría General de Innovación. Ministerio de Ciencia e Innovación.

Fernández, M. y Polo, C. (2001) Una nueva matriz de contabilidad social para España: la SAM-90, **Estadística Española**, 43 (148), pp. 281-311.

Ferri, F. J. y Uriel, E. (2000) Multiplicadores contables y análisis estructural en la matriz de contabilidad social. Una aplicación al caso español, **Investigaciones Económicas**, 24 (2), pp. 419-453.

Flores, M. y Mainar, A. (2009) Matriz de contabilidad social y multiplicadores contables para la economía aragonesa, **Estadística española**, 51 (172), pp. 431-469.

Georgescu-Roegen, Nicholas (1971) **The Entropy Law and the Economic Process**. (Harvard University Press).

Georgescu-Roegen, Nicholas (1975-1976) **Bioeconomics, a New Look at the Nature of Economic Activity**. Michigan Business Papers.

García, A. S.; Morillas, A. y Ramos, C. (2008) Key Sectors: A New Proposal from Network Theory, **Regional Studies**, Vol. 42.7, pp. 1013–1030

Grossman, G. y Helpman, E. (1991) **Innovation and growth in the global economy**, (MIT Press, Cambridge).

IECM, Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (2005) **Marco Input-Output de la Comunidad de Madrid 2005**.

IECM, Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (2005) **Contabilidad Regional de la Comunidad de Madrid 2005**.

INE (2005) **Estadística sobre actividades en investigación científica, desarrollo tecnológico, e innovación (I+D+i)**. INE, Madrid.

Landa, J.T. y Ghiselin, M.T. (1999) The emerging discipline of bioeconomics: aims and scope of the Journal of Bioeconomics, **Journal of Bioeconomics** 1: 5-12. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

Llop, M., Manresa, A., De Miguel, F.J. (2002) Comparación de Cataluña y Extremadura a través de Matrices de Contabilidad Social. **Investigaciones económicas**, vol. XXVI (3), 2002, 573-587.

Llop, M. y Manresa, A. (2003) Análisis de multiplicadores lineales en una economía regional abierta, Documento de Trabajo nº 21, **Fundación Centro de Estudios Andaluces**.

Mayumi K., Gowdy, John M. (1999) **Bioeconomics and Sustainability: essays in honor of Nicholas Georgescu-Roegen**. (Massachusetts, Edward Elgar Publishing Limited).

Martínez, J. y Roca, J. (2000) **Economía Ecológica y Política Medioambiental**. (México, Fondo de Cultura Económica).

Monrobel, J.R., (2010) **Elaboración de un modelo de equilibrio general aplicado a la Comunidad de Madrid. Estimación del impacto de los fondos europeos 2007-2013 en la economía de la región.** Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Tesis Doctoral.

Montalvo Corral, C. (2002) **Environmental Policy and Technological Innovation. New Horizons in the economics of innovation** (UK, Edward Elgar).

Pyatt, G. y Round, J. (1979) Accounting and Fixes Price Multipliers in a Social Accounting Framework, **Economic Journal**, 89, pp. 850-873.

Porter, M. (1990) **The Competitive Advantage of Nations** (London, McMillan).

Robinson, S.; Cattaneo, A. Y El-Said, M. (2001) Updating and Estimating a Social Accounting Matrix Using Cross Entropy Method, **Economic Systems Research**, vol. 13, 1, pp. 47-64.

Romer, P. M. (1990) Endogenous technological change, **Journal of Political Economy**, vol. 98, n.5, pp. S71-S101.

Sonis, M., Guilhoto, J.J.M., Hewings, G.J.D., Martins E.B. (1995) Linkages, Key Sectors, and Structural Change: Some New Perspectives, **The Developing Economies**, XXXIII-3.

Tai Landa, J and Ghiselin, M. (1999) The emerging discipline of Bioeconomics: aims and scope of the Journal of Bioeconomics, **Journal of Bioeconomics**, 1: 5-12.

The OECD Innovation Strategy: Getting Start on Tomorrow (2010) OECD.

The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda (2009) OECD.

Torrejón Velardiez, M. (2008) Política Tecnológica y Agentes del Sistema Regional de Innovación. Impacto del V PM de I+D de la UE en las Regiones Españolas. **CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa**, Abril 2008, nº 60.

Uriel, E.; Ferri, J. y Moltó, M. L. (2005) Estimación de una matriz de contabilidad social de 1995 para España (MCS-95), **Estadística Española**, 47 (158), pp. 5-54.

Solow, R. (1956) A contribution to the theory of economic growth, **Quarterly Journal of Economics**, 70 (1), 65-94.

Witt, U. (1999) Bioeconomics as economics from a Darwinian perspective. **Journal of Bioeconomics**, 1: 19-34, 1999.

8. Apéndice

Tabla 8: Matriz de Contabilidad Social abreviada para la Comunidad de Madrid correspondiente al año 2005

SAMMAD05 ABREVIADA	1. Primario Energía y Minería	2. Industria	3. Construcción	4.Comercio	5. Servicios no financieros	6. Administración Pública	7. Ajuste	8. Explotación	9. Sectores Institucionales	10. Acumulación	11. Resto del Mundo
1. Primario Energía y Minería	921.864	4.097.351	852.313	710.411	4.172.216	326.024	0	0	5.244.622	74.859	1.911.926
2. Industria	919.266	20.802.425	11.446.293	3.184.857	28.625.112	752.435	0	0	17.822.263	14.241.918	21.366.394
3. Construcción	49.360	236.448	2.285.431	485.795	4.667.742	139.294	0	0	170.499	27.364.355	0
4.Comercio	353.064	1.356.022	769.183	1.610.861	3.576.988	152.794	0	0	11.384.504	545.616	18.992.787
5. Servicios no financieros	722.355	5.681.090	4.984.632	11.070.471	50.983.117	1.247.979	0	0	64.031.857	4.547.867	73.330.446
6. Administración Pública	0	0	0	0	0	0	0	0	10.808.153	0	0
7. Ajuste	0	0	0	0	0	0	0	0	5.089.019	0	5.512.134
8. Explotación	4.173.731	13.503.022	15.061.071	21.364.635	90.638.705	8.189.628	0	0	11.807.573	2.373.635	0
9. Sectores Institucionales	0	0	0	0	0	0	5.512.134	159.350.598	126.813.062	0	5.481.632
10. Acumulación	0	0	0	0	0	0	0	0	35.615.833	0	13.532.417
11. Resto del Mundo	11.171.945	73.484.606	0	314.790	33.935.933	0	5.089.019	7.761.403	8.370.040	0	0

Fuente: Elaboración Propia